

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-217456  
(43)Date of publication of application : 02.08.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-012254

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD  
YAO TAKAFUMI

(22)Date of filing : 19.01.2001

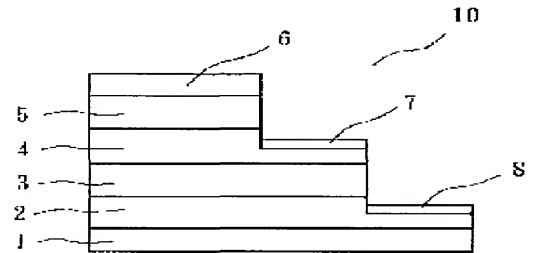
(72)Inventor : YAO TAKAFUMI  
UCHIYAMA HIROMITSU  
IWATATE KOJI

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a novel white color light-emitting device using a II-VI compound semiconductor, such as a ZnSe compound semiconductor.

**SOLUTION:** On a substrate 1, a group 3 of first epitaxial layers as a yellow color light-emitting element formed of a II-VI compound semiconductor is formed via a first buffer layer 2. Above the group 3 of first epitaxial layers, a group 5 of second epitaxial layers, as a blue color light-emitting element formed of a II-VI compound semiconductor, is formed via a second buffer layer 4.



(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
H01L 33/00

識別記号

F I  
H01L 33/00

テーマコード (参考)

F 5F041

D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願2001-12254 (P 2001-12254)

(22) 出願日 平成13年1月19日 (2001. 1. 19)

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市中瑞穂区須田町2番56号

(71) 出願人 594020031

八百 隆文

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号

東北大学金属材料研究所内

(72) 発明者 八百 隆文

宮城県仙台市青葉区片平2丁目1番1号

東北大学金属材料研究所内

(74) 代理人 100072051

弁理士 杉村 興作 (外1名)

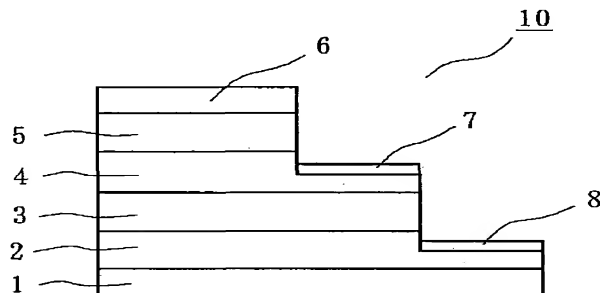
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 ZnSe系化合物半導体などのII-VI族化合物半導体を利用した新規な白色発光素子を提供する。

【解決手段】 基板1上において、第1のバッファ層2を介し、II-VI族化合物半導体からなる、黄色発光素子としての第1のエピタキシャル層群3を形成し、この第1のエピタキシャル層群3の上方において、第2のバッファ層4を介し、II-VI族化合物半導体からなる、青色発光素子としての第2のエピタキシャル層群5を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定の基板上において、黄色発光の II-VI 族化合物半導体から構成される第 1 のエピタキシャル層群と、青色発光の II-VI 族化合物半導体から構成される第 2 のエピタキシャル層群とを具え、全体として白色光を発することを特徴とする、半導体発光素子。

【請求項 2】前記第 1 のエピタキシャル層群は発光活性層を具え、この発光活性層は、Zn、Se、Te 及び Cd を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 3】前記発光層は、 $Zn_{1-x}Cd_xSe_{1-y}Te_y$  ( $0 < x < 0.4$ ,  $0 < y < 0.4$ ) なる組成を有することを特徴とする、請求項 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】前記第 1 のエピタキシャル層群は、前記発光活性層を挟むようにして第 1 の光導波層及び第 2 の光導波層を具え、前記第 1 の光導波層及び前記第 2 の光導波層は Be 及び Mg を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 5】前記第 1 のエピタキシャル層群は、前記第 1 の光導波層及び前記第 2 の光導波層の外方において、前記第 1 の光導波層及び前記第 2 の光導波層を挟むようにして第 1 のクラッド層及び第 2 のクラッド層を具え、前記第 1 のクラッド層及び前記第 2 のクラッド層は Be 及び Mg を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 6】前記第 2 のエピタキシャル層群は発光活性層を具え、この発光活性層は、Zn、Se、Te 及び Cd を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 7】前記発光層は、 $Zn_{1-z}Cd_zSe_{1-v}Te_v$  ( $0 < z < 0.1$ ,  $0 < v < 0.1$ ) なる組成を有することを特徴とする、請求項 6 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】前記第 2 のエピタキシャル層群は、前記発光活性層を挟むようにして第 1 の光導波層及び第 2 の光導波層を具え、前記第 1 の光導波層及び前記第 2 の光導波層は Be 及び Mg を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 9】前記第 2 のエピタキシャル層群は、前記第 1 の光導波層及び前記第 2 の光導波層の外方において、前記第 1 の光導波層及び前記第 2 の光導波層を挟むようにして第 1 のクラッド層及び第 2 のクラッド層を具え、前記第 1 のクラッド層及び前記第 2 のクラッド層は Be 及び Mg を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光素子に関し、詳しくは同一基板上に成長された複数のエピタキ

シャル層からなる白色発光の多層構造発光素子に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】近年、青色発光素子として、III-V 族化合物半導体である GaN 系の半導体発光素子や II-VI 族化合物半導体である ZnSe 系の半導体発光素子が開発され、これに伴い、GaN 系青色発光素子を利用した白色発光素子が提案されている。

【 0 0 0 3 】例えば、「光機能材料マニュアル」（光機能材料マニュアル編集幹事会編、オプトロニクス社刊、p 4 5 7、1 9 9 7 年 6 月発行）には、サファイア基板上に GaInN を活性層とする GaInN 系の LED と YAG 蛍光体を組み合わせた白色発光素子が記載されている。

【 0 0 0 4 】また、特開平 2 0 0 0 - 4 9 3 7 4 号公報には、GaInN 系活性層からの青色・青緑色の光と、青色・青緑色光によって励起された GaN 基板の蛍光発光中心からの黄色の蛍光を合成して白色光を得る構造の白色発光素子も開発されている。

【 0 0 0 5 】このように、III-V 族化合物半導体である GaN 系青色発光素子を利用した白色発光素子は様々なものが報告されているが、II-VI 族化合物半導体である ZnSe 系青色発光素子を利用した白色発光素子はまだ報告されておらず、その出現が強く望まれている。

【 0 0 0 6 】本発明は、ZnSe 系化合物半導体などの II-VI 族化合物半導体を利用した新規な白色発光素子を提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】上記目的を達成すべく、本発明は、所定の基板上において、黄色発光の II-VI 族化合物半導体から構成される第 1 のエピタキシャル層群と、青色発光の II-VI 族化合物半導体から構成される第 2 のエピタキシャル層群とを具え、全体として白色光を発することを特徴とする、半導体発光素子に関する。

【 0 0 0 8 】上述したように本発明は、同一基板上に II-VI 族化合物半導体からなる第 1 のエピタキシャル層群及び第 2 のエピタキシャル層群を積層する全く新規な構成を採るものである。そして、黄色発光素子、青色発光素子の 2 つの単色発光素子を組み合わせることによって白色発光を行うことから、黄色、青色の色調を独立して調整することが可能である。

【 0 0 0 9 】したがって、暖色に近い白色、寒色に近い白色など様々な白色の表現が可能となる。また、色調の変化による輝度の低下がないため、従来の白色発光素子に比して高輝度な白色発光が可能となる。

## 【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】図 1 は、本発明の半導体発光素子の一例を

示す構成図であり、図2は、本発明の半導体発光素子の他の例を示す構成図である。

【0012】図1及び2に示す半導体発光素子10及び20は、基板1上において、第1のバッファ層2を介し、黄色発光素子としての第1のエピタキシャル層群3を有しており、この第1のエピタキシャル層群3の上方において、第2のバッファ層4を介し、青色発光素子としての第2のエピタキシャル層群5を有している。

【0013】第2のエピタキシャル層群5上にはP型コンタクト電極装置6が設けられ、第2のバッファ層4の露出した表面上にはp型電極7が設けられている。そして、図1に示す半導体発光素子10においては、第1のバッファ層2の露出した表面上にn型電極8が設けられ、図2に示す半導体発光素子20においては、基板1の裏面上にn型電極8が設けられている。

【0014】いずれの場合においても、P型コンタクト電極装置6及びp型電極7と、n型電極8との間に所定の電圧を印加し、第1のエピタキシャル層群3及び第2のエピタキシャル層群5中に電流を流すことによって、これら第1のエピタキシャル層群3及び第2のエピタキシャル層群5を励起し、それぞれ黄色及び青色の光を生成させることにより、半導体発光素子全体として白色光を発することができ、

【0015】また、黄色発光素子である第1のエピタキシャル層群と、青色発光素子である第2のエピタキシャル層群とを独立させて設けているので、黄色及び青色の光を独立に調整することが可能となる。したがって、暖色に近い白色、寒色に近い白色など様々な白色の表現が可能となる。また、色調の変化による輝度の低下がないため、従来の白色発光素子に比して高輝度な白色発光が可能となる。

【0016】図3は、色度図とバンドギャップエネルギーとの関係を示すグラフであり、図4及び図5は、格子定数とバンドギャップエネルギーとの関係を示すグラフである。

【0017】これらのグラフを基に捕色による白色発光をなす発光素子の組み合わせを検討したところ、第1のエピタキシャル層群及び第2のエピタキシャル層群は以下の構成を採り得ることを見出した。

【0018】図6は、第1のエピタキシャル層群の層構成を示す図である。図6において、第1のエピタキシャル層群3は、n型クラッド層3-1と、このn型クラッド層3-1上に形成されたn型光導波層3-2と、このn型光導波層3-2上に形成された発光活性層3-3とを具えている。さらに、発光活性層3-3上においてp型光導波層3-4を具えるとともに、p型光導波層3-4上においてp型クラッド層3-5を具えている。

【0019】n型光導波層3-2及びp型光導波層3-4は、それぞれ発光活性層3-3中に電子及び正孔を注入するために設けられているものである。発光活性層3-

3においては、これらの電子と正孔とが結合することによって発光する。

【0020】また、n型クラッド層3-1及びp型クラッド層3-5は、発光活性層3-3に対する障壁層として作用するものである。

【0021】発光活性層3-3は、上述した図3～5からの考察により、Zn、Se、Te及びCdを含むII-VI族化合物半導体から構成されていることが好ましく、特に、 $Zn_{1-x}Cd_xSe_{1-y}Te_y$  ( $0 < x < 0.4$ 、 $0 < y < 0.4$ ) なる組成を有することが好ましい。このような組成範囲にあるII-VI族化合物半導体は、2.132～2.172 eVのバンドギャップエネルギーを採るため、黄色から黄緑色の光を安定的に生成し、発光することができる。

【0022】また、n型クラッド層3-1及びp型クラッド層3-5、並びにn型光導波層3-2及びp型光導波層3-4は、公知のII-VI族化合物半導体から構成することができる。しかしながら、発光活性層3-3を上述した材料から構成する場合においては、II族元素としてBe及びMgを含むことが好ましい。そして、特に、(BeMgZn)Seなる組成を有することが好ましい。

【0023】図7は、第2のエピタキシャル層群の層構成を示す図である。図7において、第2のエピタキシャル層群5は、n型クラッド層5-1と、このn型クラッド層5-1上に形成されたn型光導波層5-2と、このn型光導波層5-2上に形成された発光活性層5-3とを具えている。さらに、発光活性層5-3上においてp型光導波層5-4を具えるとともに、p型光導波層5-4上においてp型クラッド層5-5を具えている。また、発光活性層5-3は、上述した図3及び図5からの考察により、Zn、Cd、Se、又はBeを含むII-VI族化合物半導体から構成することもできる。

【0024】n型光導波層3-2及びp型光導波層3-4は、それぞれ発光活性層3-3中に電子及び正孔を注入するために設けられているものである。発光活性層3-3においては、これらの電子と正孔とが結合することによって発光する。

【0025】また、n型クラッド層3-1及びp型クラッド層3-5は、発光活性層3-3に対する障壁層として作用するものである。

【0026】発光活性層5-3は、上述した図3及び4からの考察により、Zn、Se、Te及びCdを含むII-VI族化合物半導体から構成されていることが好ましく、特に、 $Zn_{1-x}Cd_xSe_{1-y}Te_y$  ( $0 < x < 0.1$ 、 $0 < y < 0.1$ ) なる組成を有する組成を有することが好ましい。このような組成範囲にあるII-VI族化合物半導体は、2.528～2.675 eVのバンドギャップエネルギーを採るため、青緑色から青色の光を安定的に生成し、発光することができる。

10

20

30

40

50

【0027】また、 $n$ 型クラッド層 5-1 及び  $p$  型クラッド層 5-5、並びに  $n$  型光導波層 5-2 及び  $p$  型光導波層 5-4 についても、公知の II-VI 族化合物半導体から構成することができる。しかしながら、発光活性層 5-3 を上述した材料から構成する場合には、II 族元素として Be 及び Mg を含むことが好ましい。そして、特に、(BeMgZn)Se なる組成を有することが好ましい。

【0028】第 1 のエピタキシャル層群及び第 2 のエピタキシャル層群のいずれにおいても、発光活性層 3-3 及び 5-3 は一様な層として形成することもできるし、量子ドット状に形成することもできる。これらの発光活性層を量子ドットとして形成することにより、この発光活性層における格子不整合を低減することができる。

【0029】また、第 1 のバッファ層 2 及び第 2 のバッファ層 4 を ZnSe から構成することによって、半導体発光素子を構成する各層間に重大な格子不整合が生じるのを防止することができる。

【0030】なお、図 1 及び 2 に示す半導体発光素子 10 及び 20 における  $p$  型コンタクト電極装置 14 は、 $p$  型 BeTe コンタクト層/ $p$  型 ZnSe キヤップ層/ $p$  型電極なる構成のものを用いることができる。

【0031】また、 $p$  型電極 7 及び  $n$  型電極 8 についても公知の電極材料から形成することができる。

【0032】さらに、基板 1 についても、当業者が基板として使用する材料、すなわち、GaAs 基板、InP 基板を使用することができる。

【0033】以上本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明してきたが、本発明は上記発明の実施に形態に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない範囲であらゆる変更や変形が可能である。

【0034】例えば、図 1 及び 2 に示す半導体発光素子 10 及び 20 においては、黄色発光素子である第 1 のエピタキシャル層群 3 を下方に設け、青色発光素子である第 2 のエピタキシャル層群 5 を上方に設けている。しかしながら、第 2 のエピタキシャル層群を下方に設け、第 1 のエピタキシャル層群を上方に設けることもできる。

【0035】また、図 5 及び 6 において、第 1 のエピタキシャル層群 3 及び第 2 のエピタキシャル層群 5 は、発

光活性層 3-3 及び 5-3 を中心として、その下側を  $n$  型化合物半導体から構成し、その上側を  $p$  型化合物半導体から構成している。しかしながら、発光活性層 3-3 及び 5-3 の上側を  $n$  型化合物半導体から構成し、その下側を  $p$  型化合物半導体から構成することもできる。

【0036】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、同一基板上に II-VI 族化合物半導体から構成される黄色発光の第 1 のエピタキシャル層群、及び同じく II-VI 族化合物半導体から構成される青色発光の第 2 のエピタキシャル層群を具える。したがって、したがって、暖色にちかい白色、寒色にちかい白色など様々な白色の表現が可能となる。また、色調の変化による輝度の低下がないため、従来の白色発光素子に比して高輝度な白色発光が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体発光素子の一例を示す構成図である。

【図 2】本発明の半導体発光素子の他の例を示す構成図である。

【図 3】色度図とバンドギャップエネルギーとの関係を示すグラフである。

【図 4】格子定数とバンドギャップエネルギーとの関係を示すグラフである。

【図 5】格子定数とバンドギャップエネルギーとの関係を示すグラフである。

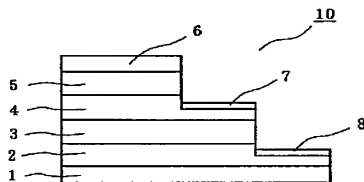
【図 6】第 1 のエピタキシャル層群の層構成を示す図である。

【図 7】第 2 のエピタキシャル層群の層構成を示す図である。

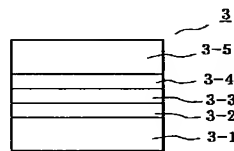
【符号の説明】

1 基板、2 第 1 のバッファ層、3 第 1 のエピタキシャル層群、4 第 2 のバッファ層、5 第 2 のエピタキシャル層群、3-1、5-1  $n$  型クラッド層、3-2、5-2  $n$  型光導波層、3-3、5-3 発光活性層、3-4、5-4  $p$  型光導波層、3-5、5-5  $p$  型クラッド層、6  $p$  型コンタクト電極装置、7  $p$  型電極、8  $n$  型電極、10、20 半導体発光素子

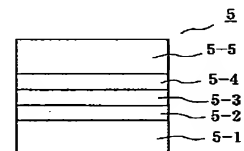
【図 1】



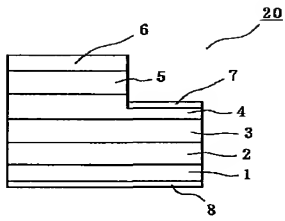
【図 6】



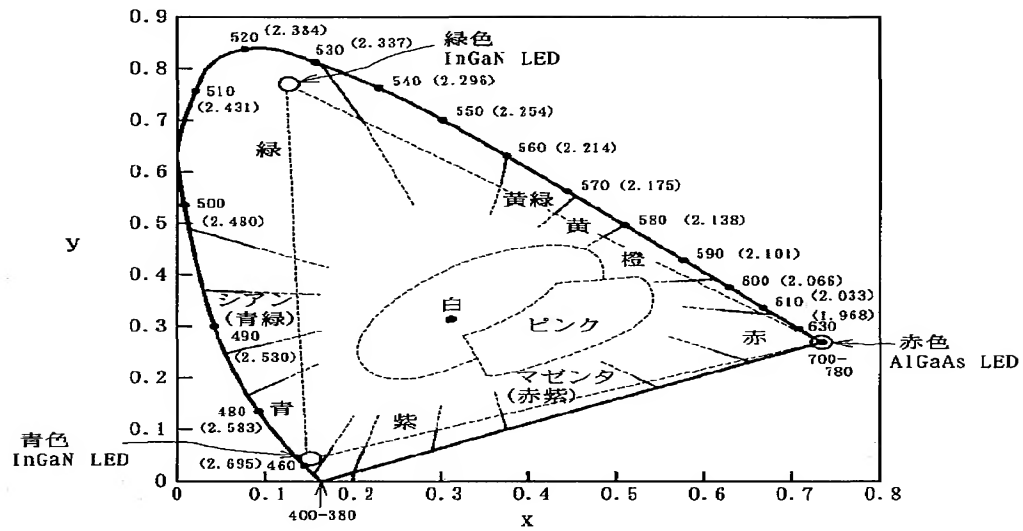
【図 7】



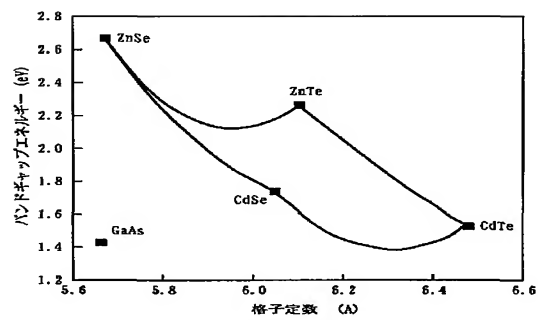
【図 2】



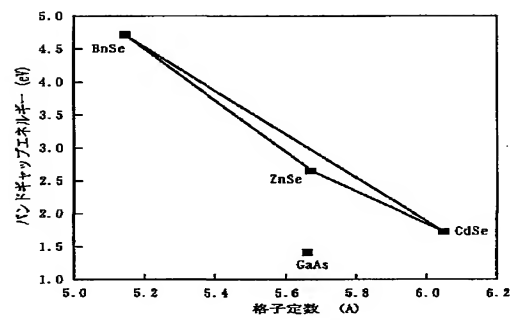
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72) 発明者 内山 洋充  
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 56 号 日  
本碍子株式会社内

(72) 発明者 岩立 孝治  
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 56 号 日  
本碍子株式会社内  
F ターム (参考) 5F041 AA03 AA12 CA41 CB28